

УДК 699.814

yvgontarenko@gmail.com

МЕТОДИКА РАСЧЕТА ПАРАМЕТРОВ СИСТЕМЫ ВЫТЯЖНОЙ ПРОТИВОДЫМНОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ КОРИДОРОВ ЖИЛЫХ И ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ

A METHOD FOR CALCULATING THE PARAMETERS OF THE EXHAUST SMOKE VENTILATION SYSTEM FOR RESIDENTIAL AND PUBLIC CORRIDORS

Гонтаренко Ю. В., Однолько А. А., кандидат технических наук, Воронежский государственный технический университет, Воронеж

Gontarenko Y., Odnolko A., Voronezh State Technical University, Voronezh

Актуальность работы обосновывается необходимостью совершенствования расчета параметров противодымной вентиляции (ПДВ). Цель работы разработка методики расчета параметров системы вытяжной противодымной вентиляции (СВПДВ) коридоров жилых и общественных зданий, адаптированной для инженерного применения. Задачи: оценка современного состояния научно-технических проблем в области расчета параметров СВПДВ, обобщение наработок по расчету параметров СВПДВ и на их базе разработка методики в понимании четкой последовательности действий, и доведение ее до уровня инженерного применения. В результате работы показана актуальность разработки методик расчета параметров систем ПДВ, приведена оценка современного состояния научно-технических проблем в области расчета параметров СВПДВ, представлена методика расчета параметров СВПДВ коридоров жилых и общественных зданий, адаптированная для инженерного применения.

Ключевые слова: методика расчета параметров противодымной вентиляции, вытяжная противодымная вентиляция, система противодымной вентиляции, система противодымной защиты, дымоудаление.

The relevance of the work is justified by the need to improve the calculation of parameters of smoke ventilation (SV). Goal of the work: to develop a method for calculating the parameters of the exhaust smoke ventilation system (ESVS) for residential and public corridors, adapted for engineering applications. Tasks: to assess the current state of scientific and technical problems in the calculation of the parameters ESVS, summarizing developments in the calculation of the parameters ESVS and on their basis the development of the methodology in understanding the precise sequence of actions and bring it to the level of engineering application. The results proved the urgency of development of methods of calculation of the parameters SV systems, assesses current state of scientific and technical problems in the calculation of the parameters ESVS, the technique of calculation of parameters ESVS corridors of residential and public buildings, adapted for engineering application.

Keywords: methods for calculating the parameters of smoke ventilation, exhaust smoke ventilation, smoke ventilation system, smoke protection system, smoke removal.

Актуальность. Одним из элементов системы противопожарной защиты является система противодымной защиты (СПДЗ), которая включает в себя в том числе такой

способ защиты, как использование вытяжной ПДВ [1]. Значимость ПДВ освещена нами ранее в [2–5]. Расчет параметров СВПДВ, согласно [6], может быть выполнен

в соответствии с [7], также на практике применяются рекомендации [8]. При этом указанные рекомендации [7, 8] не содержат методики в определении [9], а именно не доведены до уровня «инструкции, алгоритма, четкого описания способа». Отсутствием четкой последовательности действий по расчету и затруднениями, которые, как показывает практика, испытывают разработчики в своей работе, обоснована актуальность разработки предлагаемой методики расчета параметров СВПДВ коридоров жилых и общественных зданий как одной из частей расчета систем ПДВ в целом.

Цель работы – разработка методики расчета параметров СВПДВ коридоров жилых и общественных зданий, адаптированной для инженерного применения.

Задачи:

1) оценка современного состояния научно-технических проблем в рассматриваемой области;

2) обобщение наработок по расчету параметров СВПДВ и на их базе разработка методики в понимании четкой последовательности действий, и доведение ее до уровня инженерного применения.

В настоящее время расчет параметров СВПДВ производится в соответствии с рекомендациями [7, 8].

Рекомендации [7] не содержат выраженного алгоритма, последовательности действий и предлагают лишь основные формулы, недостаточные для применения указанных рекомендаций на практике. Условие определения предельной толщины дымового слоя удаляемых ПГ, приведенное в рекомендациях [7], неоднозначно и подразумевает возможность определения различных значений указанного параметра для одного и того же случая. Зависимость определения температуры ПГ, удаляемых из коридора, не учитывает расстояние от горящего помещения до дымоприемного устройства (ДУ).

Рекомендации [8] имеют следующие проблемные вопросы, затрудняющие их использование на практике:

– не приведены зависимости определения толщины дымового слоя удаляемых ПГ;

– не приведен алгоритм выбора зависимости определения максимальной среднеобъемной температуры в горящем помещении (МСТГП);

– не приведена методика определения основных параметров пожарной нагрузки (ПН) помещения;

– в примерах расчетов, приведенных в рекомендациях, используются не все предложенные зависимости, что, как показывает практика, вызывает затруднения у разработчиков.

С учетом устранения отмеченных проблемных вопросов существующих наработок [7, 8] предлагаемая методика расчета параметров СВПДВ коридоров жилых и общественных зданий принимает следующий вид.

1. Температура воздуха (ТВ) в здании при работе СВПДВ $T_{П}$, К, вычисляется по (1) [8]:

$$T_{П} = \frac{T_{Н} + T_{В}}{2}, \quad (1)$$

где $T_{Н}$ — ТВ наружного, К [8], принимается по [10];

$T_{В}$ — ТВ внутреннего, К [8].

2. Плотность воздуха (ПВ) приточного $\rho_{П}$, кг/м³, вычисляется по (2) [8]:

$$\rho_{П} = \frac{353}{T_{П}}. \quad (2)$$

Согласно [8] любые используемые в расчете плотности определяются указанной зависимостью путем подстановки в нее значения соответствующей температуры.

3. Распределения наружных давлений со стороны наветренного $P_{ни}$, заветренного $P_{нз}$ фасадов на уровне i -го этажа и давление на уровне выброса ПГ $P_{выбр}$, Па, вычисляются по (3–5) [8]:

$$P_{ни} = 0,4 \cdot \rho_H \cdot V_B^2 - g \cdot h_i \cdot (\rho_H - \rho_{II}), \quad (3)$$

$$P_{нзи} = -0,3 \cdot \rho_H \cdot V_B^2 - g \cdot h_i \cdot (\rho_H - \rho_{II}), \quad (4)$$

$$P_{выбр} = 0,4 \cdot \rho_H \cdot V_B^2 - g \cdot h_{выбр} \cdot (\rho_H - \rho_{II}), \quad (5)$$

где ρ_H — ПВ наружного, кг/м³ [8];

g — ускорение свободного падения, м/с² [8];

V_B — скорость ветра, м/с [8], принимается по [10];

h_i — высота пола i -го этажа над уровнем планировочной отметки земли (УПОЗ), м [8];

$h_{выбр}$ — высота выбросного отверстия СВПДВ над УПОЗ, м [8].

4. Давление внутри здания на уровне i -го этажа P_{vi} , Па, вычисляется по (6) [8]:

$$P_{vi} = \frac{P_{ни} + P_{нзи}}{2}. \quad (6)$$

5. Массовый расход ПГ, удаляемых из коридора, $G_{ПГ}$, кг/с, по (7) [8]:

$$G_{ПГ} = A \cdot B_{П} \cdot H_{П}^{3/2}, \quad (7)$$

где A — размерный коэффициент; для жилых зданий принимается $A = 0,96$ кг/(с·м^{5/2}), для общественных $A = 1,2$ кг/(с·м^{5/2}) [8];

$B_{П}$ — ширина дверного проема (ДП) из коридора в лестничную клетку (ЛК), м [8];

$H_{П}$ — высота ДП из коридора в ЛК, м [8].

6. Определяется предельная толщина дымового слоя, исходя из (8) [7]:

$$0,5 \leq h_d / H \leq 0,6, \quad (8)$$

h_d — предельная толщина дымового слоя, м [7];

где H — высота коридора, м [7].

Указанное условие приведено только

в методических рекомендациях [7]. В рекомендациях [8] порядок определения предельной толщины дымового слоя отсутствует. Согласно принципам обеспечения пожарной безопасности рассматривается наихудший сценарий развития пожара, исходя из этого с учетом высоты коридора здания следует принимать наибольшее значение предельной толщины дымового слоя. Это обусловлено тем, что согласно используемым в расчете зависимостям значение температуры ПГ, удаляемых из коридора многоэтажного здания определяемой зависимостями (19–22), прямо пропорционально значению предельной толщины дымового слоя, а производительность вентилятора СВПДВ прямо пропорциональна указанной температуре. Выбрав наименьшее значение предельной толщины дымового слоя, искусственно занижается значение температуры ПГ, удаляемых из коридора, и, как следствие, производительности вентилятора. Наибольшая величина предельной толщины дымового слоя также обуславливает более сложные условия эвакуации при пожаре, что делает такой вариант наихудшим.

7. Определяется вид объемного пожара в помещении путем сравнения величины, приведенной удельной ПН помещения g_k , кг/м², с ее критическим значением, $g_{кр}$, кг/м² [7].

Если $g_k > g_{кр}$, то в помещении будет пожар, регулируемый вентиляцией (ПРВ) [7]; если $g_k < g_{кр}$, то в помещении будет пожар, регулируемый ПН (ПРН) [7].

7.1. Удельная ПН, отнесенная к площади пола помещения, g_0 , кг/м², вычисляется по (9) [7]:

$$g_0 = \frac{M \sum m_i Q_{ni}^p}{F_f Q_{нд}^p}, \quad (9)$$

где Q_{ni}^p , $Q_{нд}^p$ – соответственно теплота сгорания i -го вещества или материала в составе ПН и теплота сгорания древесины, Дж/кг [7];

m_i – относительная массовая доля i -го вещества или материала в составе ПН [7];

F_f – площадь пола помещения, м² [7];

M – масса ПН помещения, кг [7].

7.2. Суммарная площадь внутренней поверхности ограждающих строительных конструкций помещения (ПОСКП), F_w , м², вычисляется по (10) [7]:

$$F_w = 6 \cdot V^{2/3}, \quad (10)$$

где V – объем помещения, м³ [7].

7.3. Суммарная площадь проемов помещения, A_0 , м², вычисляется по (11) [7]:

$$A_0 = \sum A_i, \quad (11)$$

где A_i – площадь i -го проема помещения, м² [7].

7.4. Вычисляется удельная приведенная ПН, g_k , кг/м², отнесенная к площади тепловоспринимающей ПОСКП, по (12) [7]:

$$g_k = \frac{M \sum m_i \cdot Q_{ni}^p}{(F_w - A_0) \cdot Q_{нд}^p}. \quad (12)$$

$$T_{0max} = T_B + 940 \cdot \exp(0,0047 \cdot g_0 - 0,141). \quad (16)$$

МСТГП T_{0max} , К, при ПРН, определяется по (17) [7, 8]:

$$T_{0max} = T_B + 224 g_k^{0,528}. \quad (17)$$

9. Вычисляется температура ПГ, поступающих из горящего помещения в коридор, T_0 , К, по (18) [7, 8]:

$$T_0 = 0,8 \cdot T_{0max}. \quad (18)$$

10. Определяется температура ПГ, $T_{ПГ}$, К, удаляемых из коридоров жилых или общественных зданий. В методических рекомендациях [7] для этого применяется зависимость (19):

7.5. Проемность помещения, Π , м^{1/2}, вычисляется по (13) [7]:

$$\Pi = \frac{\sum A_i \cdot h_{0i}^{1/2}}{V^{2/3}}, \quad (13)$$

h_{0i} – высота i -го проема помещения, м [7].

7.6. Вычисляется удельное количество воздуха, необходимое для полного сгорания ПН помещения, V_0 , м³/кг, по (14) [7]:

$$V_0 = 0,263 \cdot \frac{\sum m_i \cdot Q_{Hi}^p}{1000}. \quad (14)$$

7.7. Вычисляется удельное критическое количество ПН, $g_{kкр}$, кг/м², по (15) [7]:

$$g_{kкр} = \frac{4500 \cdot \Pi^3}{1 + 500 \cdot \Pi^3} + \frac{V^{1/3}}{6 \cdot V_0}. \quad (15)$$

8. В зависимости от результата выполнения неравенства $g_k > g_{kкр}$ определяется тип пожара и соответствующая ему зависимость определения МСТГП.

МСТГП T_{0max} , К, при ПРВ, определяется по (16) [7, 8]:

$$T_{III} = T_B + \frac{1,22 \cdot (T_0 - T_B) \cdot \left(2 \cdot h_D + \frac{F_{кор}}{l_{кор}}\right)}{l_{кор}} \cdot \left(1 - \exp\left(\frac{-0,58 \cdot l_{кор}}{2 \cdot h_D + \frac{F_{кор}}{l_{кор}}}\right)\right), \quad (19)$$

где $F_{кор}$ — площадь коридора, м² [7];

$l_{кор}$ — длина коридора, м [7].

Рекомендации [8] предлагают более усовершенствованную зависимость, учитывающую расстояние от горящего помещения до ДУ, а также конфигурацию коридора.

Температура ПГ, удаляемых из коридоров прямолинейной конфигурации жилых и общественных зданий, T_{III} , К, определяется по (20) [8]:

$$T_{III} = (0,0368x^2 - 3,9258x + 119,81) + T_B + \frac{1,22 \cdot (T_0 - T_B) \cdot \left(2 \cdot h_D + \frac{F_{кор}}{l_{кор}}\right)}{l_{кор}} \cdot \left(1 - \exp\left(\frac{-0,58 \cdot l_{кор}}{2 \cdot h_D + \frac{F_{кор}}{l_{кор}}}\right)\right), \quad (20)$$

где x — расстояние от горящего помещения до ДУ, м² [8].

Температура ПГ, удаляемых из коридоров угловой конфигурации жилых и общественных зданий, T_{III} , К, определяется по (21) [8]:

$$T_{III} = (-0,0488x^2 - 0,8243x + 77,346) + T_B + \frac{1,22 \cdot (T_0 - T_B) \cdot \left(2 \cdot h_D + \frac{F_{кор}}{l_{кор}}\right)}{l_{кор}} \cdot \left(1 - \exp\left(\frac{-0,58 \cdot l_{кор}}{2 \cdot h_D + \frac{F_{кор}}{l_{кор}}}\right)\right). \quad (21)$$

Температура ПГ, удаляемых из коридоров кольцевой конфигурации жилых и общественных зданий, T_{III} , К, определяется по (22) [8]:

$$T_{III} = (0,0067x^2 - 4,3122x + 88,453) + T_B + \frac{1,22 \cdot (T_0 - T_B) \cdot \left(2 \cdot h_D + \frac{F_{кор}}{l_{кор}}\right)}{l_{кор}} \cdot \left(1 - \exp\left(\frac{-0,58 \cdot l_{кор}}{2 \cdot h_D + \frac{F_{кор}}{l_{кор}}}\right)\right). \quad (22)$$

11. Вычисляется площадь проходного сечения дымового клапана, $F_{кл}$, м², по (23) [8]:

$$F_{кл} = (a_{кл} - 0,03) \cdot (b_{кл} - 0,05), \quad (23)$$

где $a_{кл}$ — больший из установочных размеров клапана (УРК), м [8];

$b_{кл}$ — меньший из УРК, м [8].

12. Вычисляется скорость ПГ в клапане $V_{кл}$, м/с, по (24) [8]:

$$V_{кл} = \frac{G_{ПГ}}{F_{кл} \rho_{ПГ}} \quad (24)$$

13. Вычисляются потери давления в дымовом клапане $\Delta P_{кл}$, Па, по (25) [8]:

$$\Delta P_{кл} = \frac{\xi_{кл} \rho_{ПГ} V_{кл}^2}{2}, \quad (25)$$

где $\xi_{кл}$ — коэффициент местного сопротивления открытого дымового клапана, принимается равным 4 [8].

14. Вычисляется давление в шахте СВПДВ на уровне первого обслуживаемого этой шахтой этажа $P_{ш1}$, Па, по (26) [8]:

$$P_{ш1} = P_{шi} - \Delta P_{кл}, \quad (26)$$

15. Вычисляется характеристика сопротивления газопроницанию (ХСГ) шахты с установленными в ней закрытыми клапанами, $S_{ш}$, 1/(кг·м), по (27) [8]:

$$S_{ш} = \frac{S_{уд}}{F_{кл}^2}, \quad (27)$$

где $S_{уд}$ — удельная ХСГ, м³/кг; для шахты из металла принимается $S_{уд} = 1600$ м³/кг, из бетона $S_{уд} = 1500$ м³/кг, из кирпича $S_{уд} = 500$ м³/кг [8].

16. Вычисляется массовый расход воздуха (МРВ), поступающего в шахту СВПДВ через неплотности и щели дымового клапана и стен шахты $G_{\phi i}$, кг/с, по (28) [8]:

$$G_{\phi i} = \left(\frac{P_{ei} - P_{ши}}{S_{ш}} \right)^{\frac{1}{2}}, \quad (28)$$

где $P_{ши}$ — давление в шахте СВПДВ на уровне i -го этажа, Па [8].

При первом обращении к формуле, то есть при расчете параметра для первого этажа здания, значение параметра $P_{ши}$ используется из (26), при последующих — из (32).

17. Вычисляется массовый расход ПГ в шахте СВПДВ с $i-1$ -го на i -й этаж $G_{ши-1}$, кг/с, по (29) [8]:

$$G_{ши-1,i} = G_{шг} + G_{\phi 1} + G_{\phi 2} + \dots + G_{\phi i-1}, \quad (29)$$

где $G_{\phi 1}$, $G_{\phi 2}$, $G_{\phi i-1}$ — МРВ, поступающего в шахту СВПДВ через неплотности и щели дымового клапана и стен шахты соответственно на 2, 3 и $i-1$ -м этажах, кг/с [8].

Формулу следует применять для расчета массового расхода в шахте СВПДВ с $i-1$ -го на i -й этаж, начиная с условия $i = 2$.

18. Вычисляется скорость ПГ в шахте СВПДВ между $i-1$ -м и i -м этажами $V_{ши-1,i}$, м/с, по (30) [8]:

$$V_{ши-1,i} = \frac{G_{ши-1,i}}{a_{ш} \cdot b_{ш} \cdot \rho_{ши-1,i}}, \quad (30)$$

где $a_{ш}$, $b_{ш}$ — размеры проходного сечения шахты СВПДВ, м [8];

$\rho_{ши-1,i}$ — плотность ПГ между $i-1$ -м и

i -м этажами, кг/м³ [8].

С учетом отсутствия указаний по определению указанной плотности в рекомендациях [8] здесь и далее следует принять $\rho_{ши-1,i} = \rho_{ПГ}$.

19. Вычисляется эквивалентный диаметр проходного сечения, $d_{эkv}$, м, по (31) [8]:

$$d_{эkv} = \frac{2 \cdot f_{ш}}{a_{ш} + b_{ш}}, \quad (31)$$

где $f_{ш}$ — площадь проходного сечения шахты СВПДВ, м² [8].

20. Вычисляется давление в шахте СВПДВ на уровне i -го этажа $P_{ши}$, Па, по (32) [8]:

$$P_{\text{III}i} = P_{\text{III}i-1} - \lambda \cdot \frac{h_{\text{эм}}}{d_{\text{экв}}} \cdot \frac{\rho_{\text{III}i-1,i} \cdot V_{\text{III}i-1,i}^2}{2}, \quad (32)$$

где $P_{\text{III}i-1}$ — давление на уровне $i-1$ -го этажа, Па [8];

λ — коэффициент сопротивления трения, для металла принимается $\lambda = 0,02$; для кирпича принимается $\lambda = 0,1$; для бетона принимается $\lambda = 0,05$ [8];

$h_{\text{эм}}$ — высота этажа, м [8].

При первом обращении к данной формуле следует начинать с условия $i = 2$, принимая для $P_{\text{III}1}$ значение, полученное в (26).

В рекомендациях [8] в данной зависимости вместо параметра $V_{\text{III}i-1,i}$ используется параметр $V_{\text{III}i-1/1,2}$, что, предположительно, опечатка, так как такой параметр не встречается в тексте указанных рекомендаций за исключением данной формулы.

21. Далее цикл расчета, ограниченный последовательностью зависимостей (28, 29, 30, 32) следует проводить повторно в количестве в зависимости от того, сколько этажей в здании, обслуживаемых данной СВПДВ.

22. Вычисляется суммарный МРВ, поступающего в шахту СВПДВ через щели и неплотности в дымовых клапанах и стенах

шахты G_{ai} , кг/с, по (33) [8]:

$$G_{ai} = \sum G_{\text{фи}}. \quad (33)$$

23. Вычисляется температура ПГ в шахте СВПДВ на уровне i -го этажа T_i , К, по (34) [8]:

$$T_i = \frac{T_B \cdot G_{ai} + T_{\text{ПГ}} \cdot G_{\text{ПГ}}}{G_{\text{ПГ}} + G_{ai}}. \quad (34)$$

24. Вычисляется производительность вентилятора СВПДВ, $L_{\text{вент}}$, м³/ч, по (35) [8]:

$$L_{\text{вент}} = \frac{3600 \cdot (G_{\text{ПГ}} + G_{aN})}{\rho_N}, \quad (35)$$

G_{aN} — суммарный МРВ, фильтрующийся в шахту СВПДВ с этажей от 2-го до верхнего, кг/с [8];

ρ_N — плотность ПГ на уровне верхнего этажа, кг/м³ [8].

25. Вычисляется давление, которое должен обеспечивать вентилятор СВПДВ, $P_{\text{вент}}$, Па, по (36) [8]:

$$P_{\text{вент}} = P_{\text{нн.в.}} - P_{\text{III}N} + g \cdot h_N \cdot (\rho_N - \rho_{\text{II}}) + \Delta P_{\text{сети}}, \quad (36)$$

где $P_{\text{нн.в.}}$ — наружное давление на наветренном фасаде на уровне выбросного отверстия, Па [8];

$P_{\text{нн.в.}}$ — давление в шахте СВПДВ на уровне расположения верхнего дымового клапана, Па [8];

h_N — расстояние по вертикали от дымового клапана последнего, обслуживаемого данной СПДВ этажа, до выбросного отверстия, м [8];

$P_{\text{сети}}$ — потери давления в сети обвязки вентилятора, Па [8].

26. Вычисляется производительность вентилятора СВПДВ, P_{sv} , приведенная к

стандартным параметрам наружного воздуха в теплый период года по (37) [8]

$$P_{sv} = \frac{1,2 \cdot P_{\text{вент}}}{\rho_N}. \quad (37)$$

При неавтоматизированном расчете параметров СВПДВ по настоящей методике полезно будет составить таблицы для значений поэтажных параметров.

В результате работы обоснована актуальность разработки методик расчета параметров систем ПДВ, приведена оценка современного состояния научно-технических

проблем в области расчета СВПДВ, проведено обобщение наработок по расчету параметров СВПДВ и на их базе разработана и

доведена до уровня инженерного применения методика в понимании четкой последовательности действий.

Литература

1. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности: Федеральный закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ (ред. от 27.12.2018). URL: <http://docs.cntd.ru/document/902111644> (дата обращения: 11.12.2020).
2. Гонтаренко Ю. В., Сушко Е. А., Однолько А. А. Совершенствование и автоматизация расчета параметров противодымной вентиляции как модуля автоматизированной системы проектирования систем обеспечения пожарной безопасности объекта // Сборник научных трудов международной студенческой научно-практической конференции «Современные технологии в задачах управления, автоматизации и обработки информации». 2017. С. 20–25.
3. Гонтаренко Ю. В. и др. Анализ проблем совершенствования противодымной вентиляции и разработка усовершенствованной модели расчета параметров противодымной вентиляции // Комплексные проблемы техносферной безопасности: мат. Международной научно-практической конференции. 2017. С. 31–35.
4. Гонтаренко Ю. В. и др. Анализ современного состояния проблемы противодымной вентиляции и разработка усовершенствованной методики расчета ее параметров // Комплексные проблемы техносферной безопасности. Актуальные вопросы безопасности при формировании культуры безопасной жизни: мат. XIV Международной научно-практической конференции, посвященной Году культуры безопасности. В 3 частях. 2018. С. 166–169.
5. Гонтаренко Ю. В., Однолько А. А. Анализ нормативной базы, методик расчета, программного обеспечения и иных источников в области расчета параметров противодымной вентиляции и постановка целей и задач дальнейших исследований // Комплексные проблемы техносферной безопасности. Задачи, технологии и решения комплексной безопасности: сб. ст. по материалам XV Международной научно-практической конференции. 2020. С. 195–199.
6. СП 7.13130.2013 Отопление, вентиляция и кондиционирование. Требования пожарной безопасности: утв. и введ. в действие Приказом МЧС России от 21.02.2013 № 116). URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200098833> (дата обращения: 11.12.2020).
7. Методические рекомендации к СП 7.13130.2013 Расчетное определение основных параметров противодымной вентиляции зданий. М., 2013. 58 с.
8. Рекомендации АВОК 5.5.1-2018 «Расчет параметров систем противодымной защиты жилых и общественных зданий» // ООО ИИП «АВОК-ПРЕСС», 2018. 68 с.
9. Райзберг Б. А., Лозовский Л. Ш., Стародубцева Е. Б. Современный экономический словарь. М., 1999. 479 с.
10. СП 131.13330.2018 СНиП 23-01-99* Строительная климатология. URL: <http://docs.cntd.ru/document/554402860> (дата обращения: 11.12.2020).

References

1. Tekhnicheskii reglament o trebovaniakh pozharnoi bezopasnosti: Federalnyi zakon ot 22.07.2008 № 123-FZ (red. ot 27.12.2018). URL: <http://docs.cntd.ru/document/902111644> (data obrashcheniia: 11.12.2020).
2. Gontarenko Iu. V., Sushko E. A., Odnolko A. A. Sovershenstvovanie i avtomatizatsiia rascheta parametrov protivodymnoi ventilatsii kak modul'ia avtomatizirovannoi sistemy proektirovaniia sistem obespecheniia pozharnoi bezopasnosti obekta // Sb. nauchnykh trudov mezhdunarodnoi studencheskoi nauchno-prakticheskaya konferenciya «Sovremennye tekhnologii v zadachah upravleniia, avtomatiki i obrabotki informatsii». 2017. P. 20–25.
3. Gontarenko Iu. V. et al. Analiz problem sovershenstvovaniia protivodymnoi ventilatsii i razrabotka usovershenstvovannoi modeli rascheta parametrov protivodymnoi ventilatsii // Kompleksnye problemy tekhnosfernoi bezopasnosti: mat. Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii. 2017. P. 31–35.
4. Gontarenko Iu. V. et al. Analiz sovremennogo sostoianiia problemy protivodymnoi ventilatsii i razrabotka usovershenstvovannoi metodiki rascheta ee parametrov // Kompleksnye problemy tekhnosfernoi bezopasnosti. Aktualnye voprosy bezopasnosti pri formirovanii kultury bezopasnoi zhizni: mat. XIV Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, posviashchennoi Godu kultury bezopasnosti. V 3 chastiah. 2018. P. 166–169.
5. Gontarenko Iu. V., Odnolko A. A. Analiz normativnoi bazy, metodik rascheta, programmnogo obespecheniia i inyh istochnikov v oblasti rascheta parametrov protivodymnoi ventilatsii i postanovka tcelei i zadach dalneishih issledovaniy // Kompleksnye problemy tekhnosfernoi bezopasnosti. Zadachi, tekhnologii i resheniia kompleksnoi bezopasnosti: sb. st. po mat. XV Mezhdunarodnoi nauch.-prav. konferentsii, 2020. P. 195–199.
6. SP 7.13130.2013. Otoplenie, ventilatsiia i konditsionirovanie. Trebovaniia pozharnoi bezopasnosti: utv. i vveden v deistvie Prikazom MCHS Rossii ot 21.02.2013 N 116. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200098833> (data obrashcheniia: 11.12.2020).

7. Metodicheskie rekomendatsii k SP 7.131130.2013 «Raschetnoe opredelenie osnovnykh parametrov protivodymnoi ventilatsii zdanii». M., 2013. 58 p.
8. Rekomendatsii AVOK 5.5.1.–2018 «Raschet parametrov sistem protivodymnoi zashchity zhylykh I obshchestvennykh zdanii» // ООО ИП «AVOK-PRESS». 2018. 68 p.
9. Raizberg B. A., Lozovskii L. Sh., Starodubtceva E. B. Sovremennyyi ekonomicheskii slovar. M., 1999. 479 p.
10. SP 131.13330.2018. SNiP 23-01-99* Stroitelnaia klimatologiya». URL: <http://docs.cntd.ru/document/554402860> (data obrashcheniia: 11.12.2020).